

## Pressurised water supply plant for water desalination

**Publication number:** DE3510160

**Publication date:** 1986-09-25

**Inventor:** WEINRICH HELLMUT (DE)

**Applicant:** WEINRICH HELLMUT

**Classification:**

- international: **F03B13/00; F03B13/00;** (IPC1-7): C02F1/44;  
B01D13/00

- european: B01D13/00D18; F03B13/00

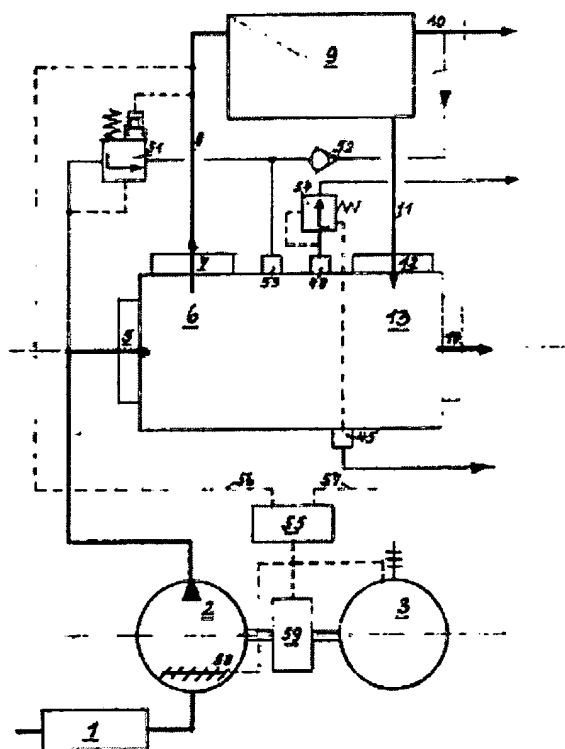
**Application number:** DE19853510160 19850321

**Priority number(s):** DE19853510160 19850321

Report a data error here

### Abstract of DE3510160

The pressurised water supply plant is used for a water desalination plant which operates by the osmosis principle. In this case, salt water is pumped to a high pressure and a part thereof is branched off as fresh water via filter devices. The portion of the salt water not flowing through filter devices is fed to a water turbine for energy recovery. In order to be able to design pumps and turbines with optimal efficiencies, two pumps are provided of which the low-pressure pump (2) is driven by a motor (3) whereas the high-pressure pump (6), coupled to the turbine (13), forms a separate unit.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

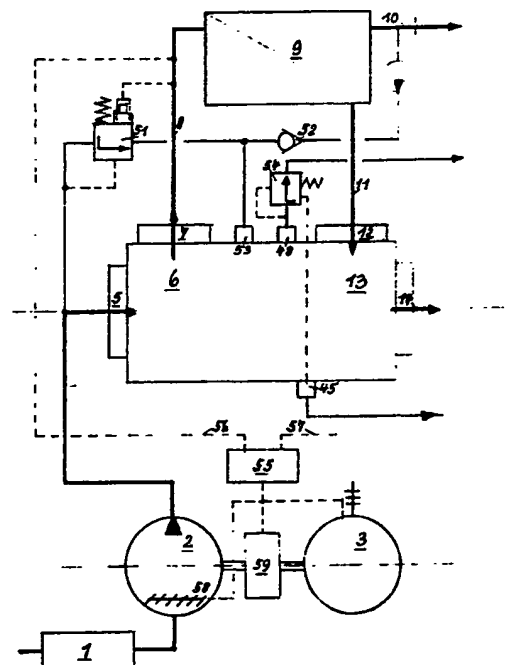


71 Anmelder:  
Weinrich, Hellmut, 7923 Königsbronn, DE  
74 Vertreter:  
Lorenz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7920 Heidenheim

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

64 Druckwasserversorgungsanlage zur Wasserentsalzung

Die Druckwasserversorgungsanlage wird für eine Wasserentsalzungsanlage gebraucht, die nach dem Prinzip der Osmose arbeitet. Hierbei wird Salzwasser auf hohen Druck gepumpt und ein Teil davon als Süßwasser über Filtereinrichtungen abgezweigt. Der nicht durch die Filtereinrichtungen fließende Anteil des Salzwassers wird einer Wasserturbine zur Energierückgewinnung zugeführt. Um Pumpen und Turbine mit optimalen Wirkungsgraden ausführen zu können, sind zwei Pumpen vorgesehen, von denen die Niederdruck-Pumpe (2) von einem Motor (3) angetrieben wird, während die Hochdruck-Pumpe (6) mit der Turbine (13) gekoppelt ein getrenntes Aggregat bildet.



PATENTANWALT  
DIPL.-ING. WERNER LORENZ

MP3 Rec'd 21 JUL 2006  
Fasanenstraße 7  
D-7920 Heidenheim  
10/587009 3510160  
19.03.1985

Akte: WE 1353

Anmelder:

=====

Hellmut Weinrich  
Ingenieur  
Schillerstraße 1  
7923 Königsbronn-Zang

P a t e n t a n s p r ü c h e

=====

- 1) Druckwasserversorgungsanlage zur Wasserentsalzung,  
die nach dem Prinzip der Osmose arbeitet, wobei  
das Salzwasser auf hohen Druck gepumpt und ein Teil  
davon als Süßwasser über Filtereinrichtungen abge-  
zweigt wird und der nicht durch die Filtereinrich-  
tung fließende Anteil des Salzwassers einer Turbine  
zur Energierückgewinnung zugeführt wird dadurch  
gekennzeichnet, daß zur Druckwassererzeugung zwei  
hintereinander geschaltete Pumpen, nämlich eine

2

3510160

- 2 -

Niederdruck-Pumpe (2) und eine Hochdruck-Pumpe (6), vorgesehen sind, wobei die Niederdruck-Pumpe (2) von einem Elektromotor (3) oder einem anderen Antriebsaggregat und die Hochdruck-Pumpe (6) von der Wasserturbine (13) angetrieben ist.

- 2) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruck-Pumpe (6) und die Wasserturbine (13) gemeinsame durch Druckwasser geschmierte Lager besitzen.
- 3) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgung der Lager durch Druckwasser erfolgt, welches zwischen Niederdruck- und Hochdruck-Pumpe entnommen wird.
- 4) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Traglager als kombinierte statisch und dynamisch wirkende Lager ausgeführt sind, wobei die dynamisch wirkenden Lagerteile Kippsegmente (20) aufweisen.
- 5) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Drucklager zur Aufnahme des Axialschubes als kombiniertes statisches und dynamisches Drucklager ausgeführt ist.

ORIGINAL INSPECTED

- 3 -

- 6) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur Schmierung der Lager während des Normalbetriebes Süßwasser vorgesehen ist, welches nach Durchlauf der Lager wieder verwendbar ist.
- 7) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß zur Trennung des aus den Lagern abfließenden Süßwassers von dem Salz-Leckwasser der Hochdruck-Pumpe und der Turbine zusätzliche Labyrinthdichtungen (49) und (50) angeordnet sind.
- 3) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß in den von den Lagern zum Süßwasserstrom rückfließenden Teilstrom ein Differenzdruckregelventil (54) eingebaut ist, welches den Süßwasserdruck in den Wasserkammern (46) und (47) etwas höher einregelt, als den Druck des Salzwassers in den Salzwasserabläufen (43) und (44).
- 9) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß bei Inbetriebsetzung des Turbinen-Pumpensatzes die Lager über ein

Schaltventil (51) solange mit Salzwasser von der Niederdruck-Pumpe versorgbar sind, bis der Enddruck der Hochdruck-Pumpe annähernd den Sollwert erreicht.

- 10) Druckwasserversorgungsanlage nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur Einhaltung des vorgeschriebenen Enddruckes nach der Hochdruck-Pumpe ein Regler (55) vorgesehen ist, der entweder verstellbare Leitschaufeln (58) am Eintritt zur Niederdruck-Pumpe oder die Drehzahl der Niederdruck-Pumpe beeinflußt.

PATENTANWALT  
DIPL.-ING. WERNER LORENZ

Fasanenstraße 7  
D-7920 Heidenheim

5  
3510160

5  
19.03.1985

Akte: WE 1353

Anmelder:

=====

Hellmut Weinrich  
Ingenieur  
Schillerstraße 1  
7923 Königsbronn-Zang

Druckwasserversorgungsanlage zur Wasserentsalzung

=====

Die Erfindung betrifft eine Druckwasserversorgungs-  
anlage zur Wasserentsalzung, die nach dem Prinzip  
der Osmose arbeitet, und bei denen das Salzwasser  
auf hohen Druck gepumpt, ein Teil davon als Süß-  
wasser über Filtereinrichtungen abgezweigt, und der  
nicht durch die Filtereinrichtung fließende Anteil  
des Salzwassers einer Turbine zur Energierückge-  
winnung zugeführt wird.

6

- 6 -

3510160

Bei bekannten Ausführungen dieser Art wird die mehrstufig ausgeführte Pumpe von einem Motor angetrieben, und die Turbine ist entweder mit der Pumpe oder dem Motor gekuppelt. Eine solche Ausführung erlaubt es nicht, optimal mögliche Wirkungsgrade von Pumpe und Turbine zu erreichen. Die Wirkungsgrade beider Teile haben aber entscheidenden Einfluß auf die benötigte Antriebsleistung, die vom Motor aufgebracht werden muß. Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Druckwasserversorgungsanlage mit einem hohen Wirkungsgrad zu schaffen.

Um die Motorleistung möglichst klein zu halten, erfolgt bei der vorliegenden Erfindung die Druckwassererzeugung durch zwei hintereinander geschaltete Pumpen, nämlich einer Niederdruck- und einer Hochdruck-Pumpe, wobei die Niederdruck-Pumpe von einem Motor, die Hochdruck-Pumpe von der Turbine angetrieben ist. Bei dieser Kombination ergibt sich die Möglichkeit sowohl für die Hochdruck-Pumpe als auch für die Turbine optimale Wirkungsgrade zu erreichen, weil die Drehzahl des Aggregates Hochdruck-Pumpe - Turbine frei wählbar ist. Bei der Wahl der Drehzahl braucht keine Rücksicht mehr auf Motordrehzahl, Dichtungsprobleme und Kavitation an Hochdruck-Pumpenausgasseite

- 3 -

ORIGINAL INSPECTED



genommen zu werden. Kavitationsgefahr besteht deshalb nicht, weil durch die Niederdruck-Pumpe der Wasserdruck an der Hochdruck-Pumpensaugseite ausreichend hoch ist. Das Aggregat Hochdruck-Pumpe - Turbine hat keine Wellendichtungen zur Atmosphäre, sodaß auch aus diesem Grunde beliebig hohe Drehzahlen von z.B. 10.000 bis 100.000 U/min realisierbar sind.

Bei Berücksichtigung der Betriebsdaten, wie Förderhöhe  $h$ , Druckgefälle und Volumenstrom  $\dot{V}$ , die für Hochdruck-Pumpe und Turbine verschieden sind, läßt sich eine gemeinsame Drehzahl  $n$  ermitteln, die für beide Teile maximal erreichbare Wirkungsgrade ergibt, d.h. es ergeben sich für beide Teile je eine spezifische Drehzahl  $n_q$

$$n_q = n \sqrt{\dot{V}} / h^{3/4}$$

die optimale Wirkungsgrade ermöglichen.

Wenn Hochdruck-Pumpe und Turbine je einstufig ausgeführt werden, was für hohe Wirkungsgrade und geringe Herstellungskosten erwünscht ist, dann ergeben sich bei Berücksichtigung der hohen Wasserdrücke beim Osmose-Verfahren hohe Drehzahlen für das Aggregat.

8

Zur weiteren Vereinfachung des Aggregates Hochdruck-Pumpe - Turbine ist es sinnvoll, die Lager der Welle mit Wasser zu schmieren. Wassergeschmierte, schnelllaufende Turbinen neigen jedoch sehr leicht zu instabilen Wellenschwingungen (Oelwhip), die nicht nur mit Drehfrequenz, sondern auch mit niedrigeren Frequenzen auftreten. Um instabile Wellenschwingungen zu vermeiden, werden erfindungsgemäß Traglager verwendet, die aus einer Kombination von hydrodynamisch geschmierten Lagern mit Kippsegmenten (Tiltingpads) und hydrostatisch geschmierten Traglagern bestehen. Versuche haben ergeben, daß hierbei wassergeschmierte Turbinenwellen bis 100.000 U/min einwandfrei laufen.

Eine weitere zu lösende Aufgabe für das Hochdruck-Pumpen - Turbinen-Aggregat ist die Aufnahme des Axialschubes, der auf die Welle wirkt. Da das Wasser z.B. mit ca. 40 bar der Hochdruck-Pumpe zugeführt wird, während der Wasserdruck am Turbinenaustritt nur einige bar beträgt, so ergibt sich ein hoher Axialschub auf die Welle. Während des Betriebes des Hochdruck-Pumpe - Turbinen-Aggregates kann der Axialschub durch unterschiedliche Durchmesser der Hochdruck-Pumpenlaufraddichtungen und der Turbinenlaufraddichtungen fast vollständig aufgenommen werden. Das ist aber nicht möglich beim Inbetriebsetzen der Anlage, wenn das Hochdruck-Aggregat stillsteht.

Um diese Aufgabe zu lösen, wird zwischen Hochdruck-Pumpe und Turbine ein kombiniertes hydrostatisches und hydrodynamisches Drucklager verwendet. Bei Inbetriebsetzung ist zuerst das hydrostatische Drucklager wirksam. Es wird dabei mit dem hohen Wasserdruk nach der Niederdruck-Pumpe versorgt und muß einen hohen Axialschub aufnehmen. Der Wasserverbrauch ist in diesem Betriebszustand beträchtlich.

Wenn Hochdruck-Pumpe und Turbine annähernd ihre Solldrehzahl erreicht haben, ist der vom Drucklager aufzunehmende Axialschub nur noch gering. Dieser kann leicht von einem hydrodynamischen Drucklager aufgenommen werden, dessen Bedarf an Schmierwasser wesentlich kleiner ist und zudem mit niedrigem Druck zugeführt werden kann. Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß ein kombiniertes hydrostatisch-hydrodynamisches Drucklager verwendet.

Eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Lagerlaufzeit besteht darin, daß die Lager während des normalen Betriebes mit Süßwasser versorgt werden. Das Süßwasser kann einer Süßwasserleitung entnommen werden oder, wenn nötig, über eine Druckerhöhungspumpe den Lagern zugeführt werden. Die Versorgung der Lager mit Süßwasser hat den Vorteil, daß bei der Auswahl der Lagerwerkstoffe mit Rücksicht auf

Korrosion eine größere Anzahl geeigneter Lagerwerkstoffe zur Verfügung stehen.

Da die Laufräder der Hochdruck-Pumpe und der Turbine durch berührungsfreie Labyrinthdichtungen zu den Lagern hin getrennt sind, entstehen Leckverluste von Salzwasser, welches zur Atmosphäre abgeleitet wird. Gleichzeitig fällt aber auch Süßwasser von den Lagern kommend an. Das Süßwasser sollte aufgefangen und einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Damit sich Süßwasser und Salzwasser nicht vermischen, sind weitere Labyrinthdichtungen auf der Welle zwischen Süßwasser und Salzwasserabfluß vorgesehen. Ein Druckregelventil sorgt hierbei dafür, daß der Druck im Süßwasserabfluß ein klein wenig höher ist, als der Druck im Salzwasserabfluß, sodaß kein Salzwasser in das Süßwasser gelangen kann.

Während des Ablaufes des Osmoseprozesses gibt es viele Faktoren, welche die Membran-Charakteristik beeinflussen. Es sollte aber der Druck vor der Membran konstant gehalten werden. Wenn die Membran weniger durchlässig wird, wurde bekannterweise durch Öffnen von Bypaßventilen der Druck konstant gehalten. Das bedeutet aber volle Antriebsleistung der Wasserpumpe bei geringerem Anfall von Süßwasser.

Um bei geringerem Süßwasseranfall die Pumpenantriebsleistung zu reduzieren, wird erfindungsgemäß der Betriebspunkt der Niederdruck-Pumpe in ihrem Kennfeld so verschoben, daß der Gesamtdruck von Niederdruck- und Hochdruck-Pumpe auch bei reduziertem Fördervolumen den erforderlichen Gesamtdruck erzeugt. Der Wasserdurchsatz durch die Turbine und ihre Leistung bleiben dabei angenähert konstant. Da die Fördermenge der Hochdruck-Pumpe sinkt, steigen Drehzahl und ihre Drucksteigerung. Daher ist die erforderliche Drucksteigerung der Niederdruck-Pumpe kleiner. Kleinere Drucksteigerung und kleineres Fördervolumen reduzieren den Leistungsverbrauch der Niederdruck-Pumpe.

Die Verschiebung des Betriebspunktes der Niederdruck-Pumpe kann auf verschiedene Weise erfolgen.

- 1) Durch ein Eintrittsleitrad zur Niederdruck-Pumpe mit verstellbaren Schaufeln
- 2) Durch Reduktion der Antriebsdrehzahl der Niederdruck-Pumpenwelle z.B. durch eine Regelkupplung zwischen Motor und Pumpe oder durch Drehzahl des Antriebsmotors.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, aus dem weitere erfindungsgemäße Merkmale hervorgehen, anhand von Zeichnungen erläutert.

Die Figuren zeigen:

- Fig. 1 das Schema einer Wasserentsalzungsanlage, die nach dem Osmose-Verfahren arbeitet,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch das Hochdruck-Pumpen-Turbinen-Aggregat,
- Fig. 3 einen Schnitt senkrecht zur Drehachse durch ein Traglager nach der Linie III - III der Fig. 2,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Drucklagerscheibe in Achsenrichtung (Pfeilrichtung A) mit Schnitt durch die Wasserzuführung.

Das zu entsalzende Wasser fließt zunächst durch eine Reinigungsanlage 1 (Fig. 1) und wird danach einer Niederdruckpumpe 2 zugeführt, die von einem Motor 3 angetrieben wird. In der Niederdruckpumpe wird das Salzwasser auf ca. 60 % des erforderlichen Gesamtdruckes hochgepumpt. Von der

Hiederdruck-Pumpe fließt das Wasser durch eine Leitung 4 zu einem Saugstutzen 5 einer Hochdruckpumpe. In der Hochdruck-Pumpe 6 wird das Salzwasser auf den für den Osmose-Prozeß erforderlichen Enddruck gepumpt und tritt an einem Stutzen 7 aus der Hochdruck-Pumpe aus. Von hier fließt das Salzwasser über eine Leitung 8 zu einer Osmosefilteranlage 9.

In der Filteranlage wird ein Teil des Wassers als Süßwasser abgezweigt und verläßt die Filteranlage mit nur geringem Druck in einer Leitung 10. Der übrige Anteil des Wassers verläßt mit hohem Druck die Filteranlage 9 in einer Leitung 11 und gelangt zu einem Turbineneintrittsstutzen 12.

In einer Turbine 13 (Fig. 2) wird das Wasser mit nunmehr erhöhtem Salzwassergehalt auf nahezu Atmosphärendruck entspannt und tritt an einem Stutzen 14 aus. Die dabei im Turbinenlaufrad 15 erzeugte Leistung wird über eine Welle 16 einem Hochdruck-Pumpenlaufrad 17 zugeführt. Die Welle 16 ist in zwei Traglagern 18 gelagert. Zur Aufnahme des Axialschubes dient ein Drucklager 19.

Das Traglager nach Fig. 2 und Fig. 3 besitzt in seiner hydrodynamischen Schmierfunktion drei oder

14

mehrere Kippsegmente 20 gleichmäßig über den Umfang verteilt. Die Kippsegmente 20 können um eine Kante 21 kippen und damit einen Wasserkeil zwischen Welle und Kippsegment bilden, sodaß bei schnell-drehender Welle die Tragfähigkeit gewährleistet ist. Beim Kippen der Segmente bildet sich zwischen Außenfläche der Segmente 22 und der Gehäusefläche 23 ein keilförmiger Spalt, der mit Wasser gefüllt wird. Bei Auftreten von Wellenschwingungen wirkt der keilförmige mit Wasser gefüllte Spalt als Schwingungsdämpfer, der die Laufeigenschaften der Welle wesentlich verbessert.

Damit auch bei Stillstand der Welle und bei geringer Drehzahl keine metallische Berührung von Welle und Lager stattfindet, sind zwischen den hydrodynamisch wirkenden Kippsegmenten drei oder mehrere hydrostatisch wirkende Wassertaschen 24 angeordnet. Die Umrandung der Taschen hat die Kontur der Welle mit einem geringen Spalt zur Welle, dem Lagerspiel entsprechend. Das Druckwasser wird den Taschen durch Drosseln 25 zugeführt.

Wenn die Welle im Zentrum steht, bildet sich ein mittlerer Wasserdruck in den Taschen 24. Nähert sich die Welle einer Tasche, so wird der Spalt zur



Welle verkleinert und der Wasserdruck in der Tasche steigt, wodurch die Welle wieder zum Zentrum gedrückt wird. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn die Welle sich von der Tasche über das Zentrum hinaus entfernt. Dann nimmt der Druck in der Tasche ab. Auf diese Weise wird die Welle auch bei Stillstand oder bei kleineren Drehzahlen berührungsfrei gegenüber Lagern und Labyrinthdichtungen gehalten.

Das Drucklager 19 (Fig. 2 und 4) besteht aus einer rotierenden Druckscheibe 26 und stillstehenden Scheiben 28 und 29 sowie einem Dichtungsring 30. Die drei Teile umfassen die Druckscheibe derart, daß Radialspalte 31 und 32 und Axialspalte 33 und 34 gegenüber der Druckscheibe 26 vorhanden sind. Das Druckwasser, das in einen Ringraum 35 eingeführt wird, fließt über Spalte 31 und 32 in Wasserkammern 36 und 37 und von dort durch Spalte 33 und 34 zum Abfluß. Wenn die Druckscheibe 26 in der Mitte zwischen den Scheiben 28 und 29 steht, bildet sich in den Druckkammern 36 und 37 ein mittlerer Wasserdruck aus. Nähert sich durch Axialschub auf die Welle die Druckscheibe 26 einer der Scheiben 28 und 29, so verkleinert sich einer der Axialspalte 33 oder 34, wodurch der Wasserdruck in einer der Kammern 36 oder 37 stark ansteigt und in der entgegengesetzten Kammer stark abfällt, wodurch der Axialschub aufgenommen wird.

16

Infolge des Wasservordruckes auf der Hochdruck-Pumpensaugseite tritt der größte Axialschub bei Inbetriebsetzung auf, wenn die Niederdruck-Pumpe läuft und die Hochdruck-Pumpe stillsteht. Durch die hydrostatische Druckverteilung wird die Welle auch bei Stillstand und kleinen Drehzahlen berührungsfrei im Gehäuse gehalten.

Die hydrostatische Positionseinhaltung verbraucht relativ viel Druckwasser, was Leistungsverluste zur Folge hat. Während des normalen Betriebes werden daher Wasserdruck und die Wassermenge auf einen Bruchteil reduziert, wobei der noch verbleibende Axialschub durch hydrodynamisch wirkende Keilflächen 38 aufgenommen wird.

Die rotierenden Läuferteile sind nach Fig. 2 durch berührungsfreie Labyrinthdichtungen gegenüber den stillstehenden Gehäuseteilen abgedichtet. Das Pumpenlaufrad 17 hat Dichtungen 39 und 40 zum Gehäuse mit unterschiedlichen Durchmessern. Dabei wirkt auf das rotierende Pumpenlaufrad ein Axialschub in Richtung Pumpensaugseite. Das Turbinenlaufrad 15 hat Dichtungen 41 und 42 zum Gehäuse mit ebenfalls unterschiedlichen Durchmessern. Dabei wirkt auf das rotierende Turbinenlaufrad ebenfalls ein Axialschub

in Richtung Pumpensaugseite. Durch beide Axial-  
schübe zusammen kann der Axialschub auf die Welle,  
bedingt durch den hohen Vordruck der Hochdruck-Pumpe,  
ausgeglichen werden. Das durch die Dichtungen 40  
und 41 strömende Leckwasser sammelt sich als Salz-  
wasser in Kammern 43 und 44 und fließt gemeinsam an  
einem Austrittsstutzen 45 ab. Das aus den Lagern  
austretende Süßwasser wird in Kammern 46 und 47  
gesammelt und fließt gemeinsam an einem Austritts-  
stutzen 48 ab, um weiter verwendet zu werden. Die  
Kammern 43 und 46 sind durch zusätzliche Labyrinth-  
dichtungen 49 getrennt. Das gleiche gilt für die  
Kammern 44 und 47 durch eine Labyrinthdichtung 50.

Um die Funktion der Lager, wie vorstehend beschrie-  
ben, zu gewährleisten, ist ein Schaltventil 51 und  
ein Rückschlagventil 52 vorgesehen. Ist das Ventil  
51 geöffnet, dann fließt Salzwasser von der Nieder-  
druck-Pumpendruckseite zu einem Lagerwassereintritts-  
stutzen 53 mit hohem Druck. Ist das Schaltventil 51  
geschlossen, dann fließt Süßwasser niederen Druckes  
durch das Rückschlagventil 52 zum Lagerwasserein-  
trittsstutzen 53. Die Funktion des Ventiles 51  
ist bei verschiedenen Betriebszuständen wie folgt:

18

- 1) Niederdruck-Pumpe steht, Antriebsmotor ist ausgeschaltet. Das Ventil 51 wird durch Federkraft geschlossen. Die Lager werden mit Süßwasser über das Rückschlagventil 52 versorgt.
- 2) Niederdruck-Pumpe läuft, aber Hochdruck-Pumpe steht noch still. Das Ventil 51 wird durch den Druck der Niederdruck-Pumpe gegen Federkraft geöffnet. Das Rückschlagventil 52 schließt. Die Lager werden kurzzeitig mit Salzwasser hohen Druckes versorgt.
- 3) Die Hochdruck-Pumpe läuft an und erzeugt Wasserdruck während auch die Niederdruck-Pumpe läuft. Wasserdruck der Hochdruck-Pumpe und Federkraft schließen das Ventil 51, sodaß Wasserversorgung der Lager über Rückschlagventil 52 erfolgt.

Um zu verhindern, daß während des Betriebes Salzwasser in das aus den Lagern abfließende Süßwasser strömt, ist ein Regelventil 54 vorgesehen, welches den Druck des abfließenden Süßwassers geringfügig über den Druck des abfließenden Salzwasser hält.

Zur Regelung der Drehzahl der Niederdruck-Pumpe ist ein Regler 55 vorgesehen. Dieser Regler erhält seinen Ist-Wert vom Austrittsdruck der Hochdruck-Pumpe über eine Steuerleitung 56. Der Sollwert wird über eine Steuerleitung 57 vorgegeben.

Der Regler kann die Eintrittsleitschaufeln 58 der Niederdruck-Pumpe, oder eine Regelkupplung 59, oder die Drehzahl des Antriebsmotors 3 direkt beeinflussen.

- 20 -

- Leerseite -



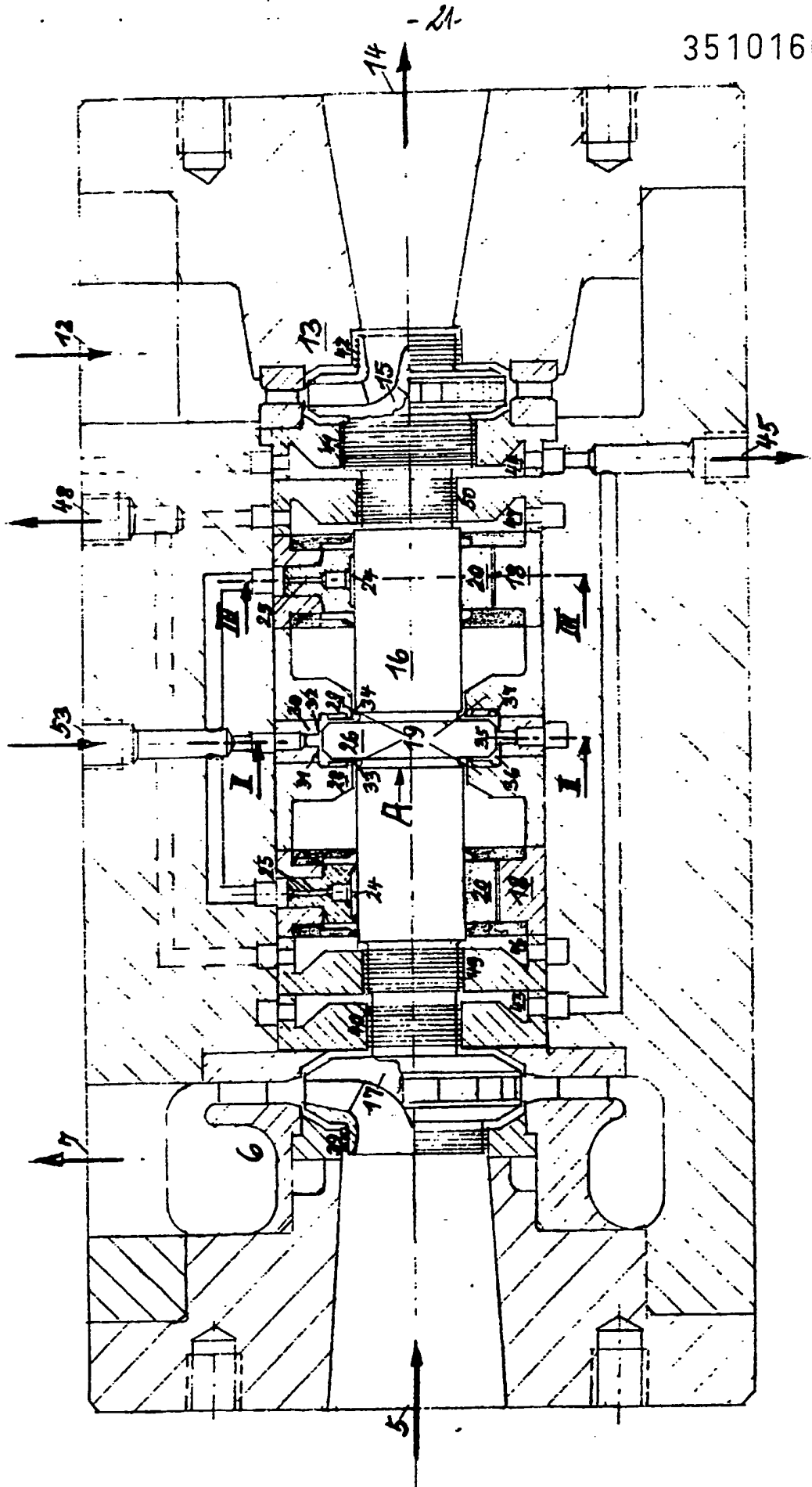


Fig 2



21

-22-

3510160

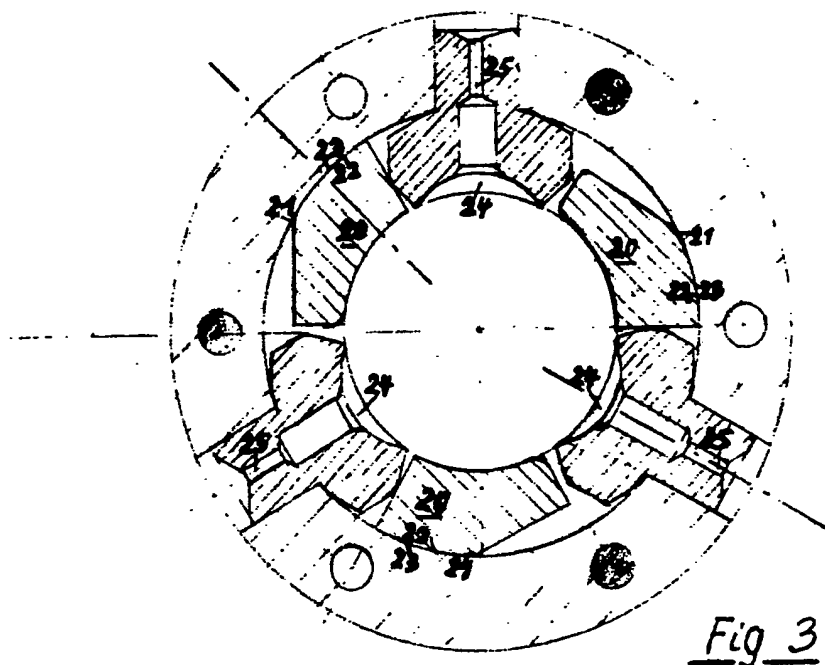


Fig 3

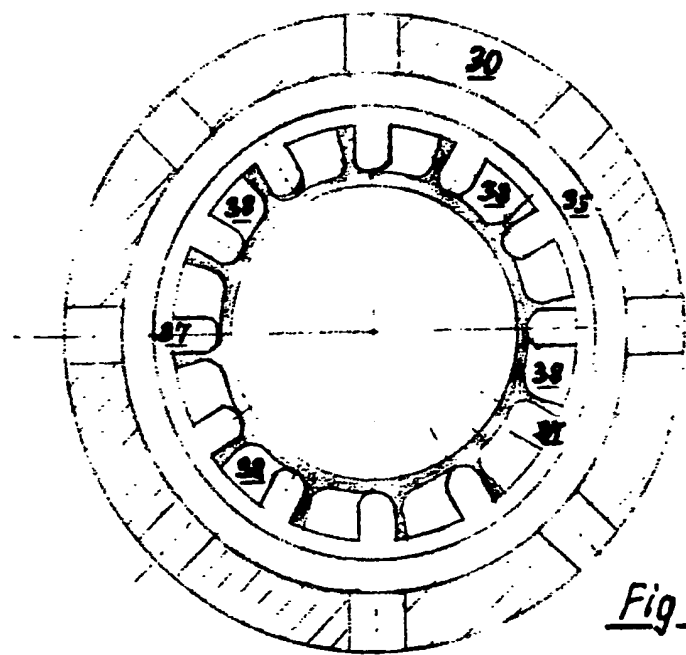


Fig 4

ORIGINAL INSPECTED

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**